

## <研究>浮選法に関する研究(第4報) : 懸垂板による 固体浸潤度測定法

著者	和田 正美
雑誌名	東北大学選鉱製錬研究所彙報 = Bulletin of the Research Institute of Mineral Dressing and Metallurgy, Tohoku University
巻	6
号	1
ページ	1-11
発行年	1950-09-12
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/32018">http://hdl.handle.net/10097/32018</a>

# 浮選法に関する研究 (第4報)

## 懸垂板による固体浸潤度測定法

和田 正 美\*

Principles of Flotation. (IV) Suspended-Plate Method for the Determination of Wetting Tension of Solids. By Masayoshi WADA.

After comparing critically various methods of measurement of wettability of solids, the author developed the suspended-plate method for the determination of wetting tension of solids. The wetting tension of a solid in a thin plate is measured directly, quickly and accurately by the following formula, the notations being explained in the text.

$$B = \gamma \cos \theta = g(W - M + eldp)/2(l + d)$$

For suspending the plate and weighing the force exerted upon it, a chemical balance with air dampers, the device for adding or removing the ring weights quickly and the telescope for reading weight smaller than 10 mg., is used and an electro-magnetic regulator is added to weigh with the pointer always in its zero position.

The relation between the weight  $w$  mg. exerted upon the balance and the deflection  $\varphi$  of the pointer of the milliammeter indicating the current for balancing the weight is expressed as

$$w = 0.258,6 \varphi^{1.945}.$$

To contribute to the study of the wettability of pure minerals the wettability of glass, which is comparatively easy to clean, is measured. The method of cleaning in which glass is immersed in an ethyl alcohol solution of sodium hydroxide and then washed with distilled water, is found to be simple and yet very effective. The wetting tension of crystal glass against pure water is measured to be 71.97 dynes/cm. at 24.9°C, that is the contact angle is zero.

For the fact that the glass surface shows the contact angles larger than zero, the following reasons may be mentioned:— Incomplete cleaning of the surface, Contamination with the passage of time, Drying of the surface, Measurement of advancing angles on dry surface, Surface strain, Measurement of the liquid surface apart from the solid surface in contact with the liquid, and Evaporation of the liquid.

(Received Mar. 2, 1949)

### 1. 緒 言

第1~2報<sup>1)</sup>に於て著者は泡沫浮選法に関する根本的性質の一である固体浸潤度に就き考察し、固体面に於ける接触角の余弦と液の表面張力との積を以て浸潤度を表はす事の妥當な所以を述べ捕集剤を吸着した礦物表面の性質を推論する一的手段としてパラフィン表面に於て、水溶液中より起泡剤分子が吸着した際の浸潤度を測定し、其の結果が理論的に誘導した浸潤等温式に好く一致する事を認めたが、更に礦物表面に捕集剤が吸着する過程に關し考察を進める必要がある。

純水に對する礦物表面の接触角測定に關する從來の研究に於ては、種々の異論もあるが、清淨な礦物表面に於ける接触角は概して零であるとの考が有力である<sup>2~17)</sup>。故に本報に於ては比較的

選鑛製鍊研究所報告 第25號

\* 東北大學教授 選鑛製鍊研究所勤務 工學博士

- 1) 和田正美：日鑛，59 (1943)，681-98；選研彙，3 (1944)，29-62.
- 2) Bartell, F. E. & G. B. Hatch: J. Phys. Chem. 39 (1935), 11-23.
- 3) Cox, A. B. & I. W. Wark: Eng. Mining J. 137 (1936), 641.
- 4) Dean, R. S. & R. A. White: Mining Sci. Press, 124 (1922), 410; C. A. 16 (1922), 1555.
- 5) Dewitt, C. C., R. F. Makers & A. W. Helz: J. Am. Chem. Soc. 57 (1935), 796-801.
- 6) Gaudin, A. M.: Principles of mineral dressing. New York (1939), 346-7.
- 7) Giudice, G. R. M. del: Eng. Mining J. 137 (1936), 291-4.
- 8) Itersen, F. K. Th. van: Proc. Roy. Acad. Amsterdam, 40 (1937), 93-100.
- 9) Ravitz, S. F.: Am. Inst. Mining Met. Engrs., Tech. Pub. No. 1147 (Mining Tech., Jan., 1940), 1-7.
- 10) Reh binder, P., M. Lipetz, M. Rimskaja & A. Taubmann: Kolloid-Z. 65 (1933), 268-83.
- 11) Siedler, P.: Kolloid-Z. 68 (1934), 89-102.

清淨し易く<sup>18)</sup>、適當な注意を以てすれば純水に對する接觸角を零ならしめ得る硝子を研究對象とし、之が浸潤度を測定する事により、捕集性理論の一助としようと考えた。

## 2. 浸潤度測定法

固體の浸潤度測定法には甚だ多數の文献があるが<sup>15a, 18a, 19~27)</sup>、何れの方法にも一長一短があり、萬能の測定法は見當らない。

測定法を原理に依り大別すれば、毛管作用、接觸角、或は固體の界面張力の測定 of 三者に歸することが出来る。之等の中最も廣く行はれて居るものは接觸角の測定であるが、毛管作用の測定と異り、直接浸潤張力を求め得ない不便があり、固體の界面張力の測定<sup>23a)</sup>は未だ理論的研究が不充分であり、使用範圍にも制限がある。故に本研究に於ては前二者の測定法に就き考察を進める事としたが、硝子板の浸潤度を直接且迅速に測定するには毛管作用を利用するのが最も適切であると考へられる。

今順序として固體の界面張力測定以外の主なる方法を分類すれば、平面法、平板法、圓筒法、球面法、直棒法、纖維法、毛管法及び粉末法とする事が出来る。

平面法には水平面上に液滴を置く液滴法<sup>2, 4, 10, 28~73)</sup>、液中にゐる水平面の上或は下に氣泡を附着せしめる氣泡法<sup>3, 9, 11, 12, 14~17, 32, 45, 49~53, 59, 67, 71, 74~88)</sup>、及び二枚の平行な水平面の間隙に液を充す平行平面法<sup>89~92)</sup>等があり、平板法には平板に接する液面を測定する方法<sup>93~96)</sup>、平板に接する液面が水平となる様平板を傾斜する傾板法<sup>44, 63, 64, 97~107)</sup>、及び板硝子製の淺い長方形の槽を稍傾斜して液を入れ、傾斜せる底面に接觸する液面を觀測する傾斜槽法<sup>99, 108)</sup>とがある。圓筒法<sup>97, 104)</sup>は水平の靜止又は廻轉圓筒面に接する液面が水平となる様液面の高さを調節する方法であり、球面法<sup>109)</sup>は凸レンズ面に接する液面を、直棒法<sup>2, 95, 96, 110, 111)</sup>或は纖維法<sup>112)</sup>は垂直又は傾斜せる細い棒或は纖維に接する液面を測定するものである。毛管法に於ては毛管内の液のメニスカスの高さ<sup>113~118)</sup>、液柱の壓力<sup>58, 99, 119, 120)</sup>、或は液の移動速度<sup>121, 122)</sup>、粉末法に於ては粉末の間隙を充す液の毛管壓力<sup>2, 123~133)</sup>、或は移動速度<sup>134)</sup>が測定せられる。

上記各種浸潤度測定法を比較考究すると共に廣く表面張力測定法<sup>135~137)</sup>を参照した結果、從來文献に於て浸潤度測定に利用せられた例を見ない懸垂板による表面張力測定法<sup>135a, 138~142)</sup>が硝子板の浸潤度を迅速且正確に測定せんとする本研究の目的に極めて適切であるとの着想を得た。

本測定法に於て、浸潤度を測定せんとする板を液中に半ば懸垂した場合、板の中  $l$ 、厚さ  $d$ 、液中に浸された深さ  $e$ 、質量  $M$ 、液に對する接觸角  $\theta$ 、液の表面張力  $\gamma$ 、密度  $\rho$ 、重力の加速度  $g$  と

- 12) Siedler, Philipp & Ernst Wagner: Met. u. Erz, 35 (1938), 110-8.
- 13) Taggart, A. F.: Handbook of ore dressing. New York (1927), 780.
- 14) Wark, I. W.: Z. phys. Chem. A, 173 (1935), 265-83.
- 15) Wark, I. W.: Principles of flotation. Melbourne (1938), 74-8, 127; 52-4, 78-80a).
- 16) Wark, I. W. & A. B. Cox: Trans. A. I. M. E. 112 (1935), 189-244.
- 17) Wilkinson, W. D.: Met. u. Erz, 32 (1935), 157-60; Dissertation, Freiberg (1933).
- 18) 赤松秀雄: 薄膜の化學(化學實驗學, I, 4). 東京(1940), 97, 99; 99-107a); 96b); 98, 122-6c); 97d).
- 19) 例へば Adam, N. K.: The physics and chemistry of surfaces. 2nd ed. Oxford (1938), 180-4a); 175b).
- 20) Adam, N. K. & H. L. Shute: Wetting & Detergency Symposium, Feb. 19-20, 1937, Brit. Sect. Intern. Soc. Leather Trades' Chem., 53-6; C. A. 34 (1940), 2098.
- 21) Bell, S. H., J. O. Cutter & C. W. Price: Wetting & Detergency Symposium, Feb. 19-20, 1937, Brit. Sect. Intern. Soc. Leather Trades' Chem., 19-24; C. A. 34 (1940), 2098.
- 22) Ferguson, Allan: Brit. Assoc. Adv. Sci. 1-12 (1923); Wetting & Detergency Symposium, Feb. 19-20, 1937, Brit. Sect. Intern. Soc. Leather Trades' Chem., 11-7; C. A. 18 (1924), 607.
- 23) Haller, W.: Kolloid-Z. 53 (1930), 247-55; 252a).
- 24) 堀場信吉: 物理化學, 5 (1932), 195-202.
- 25) 三好庄八: 滿冶, 5 (1943), No. 38, 40-56.
- 26) Petersen, W.: Schwimmaufbereitung. Dresden (1936), 48-57, 143-52.
- 27) Summer, C. G.: Wetting & Detergency Symposium, Feb. 19-20, 1937, Brit. Sect. Intern. Soc. Leather Trades' Chem., 41-52; C. A. 34 (1940), 2098.

すれば、板を釣合の状態に保つに要する力は

$$Wg = Mg + 2(l+d)\gamma \cos \theta - el\delta\rho g \quad \dots\dots\dots (1)$$

なる式により表はされる。

故に求むる浸潤度は

$$B = \gamma \cos \theta = \frac{g(W - M + el\delta\rho)}{2(l+d)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

に依り與へられる。硝子板の如き浸潤度の異なるものに於ては板の下端を恰度液面に接觸せしめ  $e=0$  として測定すれば、

$$B = \gamma \cos \theta = \frac{g(W - M)}{2(l+d)} \quad \dots\dots\dots (2')$$

なる簡易式に依り計算することができる。

### 3. 実験装置

測定液を攪拌循環せしめて恒温に保つ装置は第 1 報<sup>1)</sup>に記載せるものと同様であり、液面の高さは液面指示針の先端を標準とし、容器支持臺のネジを回轉して調節した。液面指示針はネジを切つた眞鍮棒の先に白金針を取付け、眞鍮棒を廻して針の先端を任意の高さに調節固定し得る様にしたものである。

浸潤度測定用の懸垂板としては薄手である爲<sup>143)</sup> 感度大なる顯微鏡用被硝子を利用した。被硝子は干印クリスタル硝子 (鉛硝子) であつて、厚さ 0.13~0.18 mm., 大いさ 18×24 mm.<sup>2</sup> である。之は取扱に際し破損し易いものであるから Fig. 1 の如き白金製クリップを考案使用した。白金板は厚さ 0.12 mm. である。

測定に使用した被硝子の寸法を測微ネジ<sup>144)</sup> に依り計測した結果

長邊の長さ  $l = 2.394,5 \text{ cm.}$ ,

厚 さ  $d = 0.013,5 \text{ cm.}$

である。

被硝子を懸垂し、之に懸る力を測定するには空氣制動<sup>145)</sup> 及び環狀分銅迅速加除装置を有する秤量 200g., 實感量 1/10 mg. の化學天秤<sup>146, 147)</sup> を使用した。重量 mg. の百位數

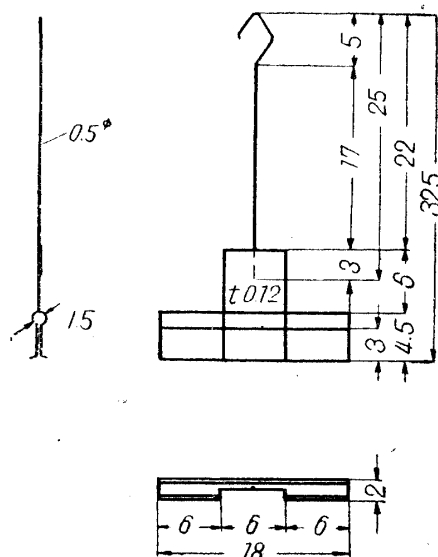


Fig. 1 Platinum Clip for Cover Glass.

- 28) Bartell, F. E. & H. H. Zuidema: J. Am. Chem. Soc. 58 (1936), 1449-54.
- 29) Bikerman, J. J.: Trans. Faraday Soc. 35 (1940), 412-7.
- 30) Ebeling, Walther: Hilgardia, 12 (1939), 665-98; C. A. 34 (1940), 2523.
- 31) Ellefson, B. S. & N. W. Taylor: J. Am. Ceram. Soc. 21 (1938), 193-205, 205-13.
- 32) Eschenbach, J., W. Petersen & J. Pöpperle: Met. u. Erz, 32 (1935), 91-5, 118-22.
- 33) 後藤廉平: 物理化學, 7 (1934); 化研講, 6 (1936), 1-8.
- 34) Herstad, Oscar: D. R. P. 507,358 (1926), 510,626 (1927); Kolloid-Z. 55 (1931), 169-71, 64 (1933), 6-12.
- 35) Ignatov, D. V.: J. Tech. Phys. (U. S. S. R.), 9 (1939), 2185-94; C. A. 34 (1940), 3965.
- 36) Kneen, Eric. & W. W. Benton: J. Phys. Chem. 41 (1937), 1195-203.
- 37) Langmuir, Irving: Trans. Faraday Soc. 15 (1920), Part 3, 62-74; 67a).
- 38) Langmuir, Irving & V. J. Schaefer: J. Am. Chem. Soc. 59 (1937) 2400-14.
- 39) Lasareff, V. & J. Roskam: Compt. rend. soc. biol. 132 (1939), 479-80; C. A. 34 (1940), 3284.
- 40) Lipetz, Marie, P. Rehbindler & Marie Rimskaja: Kolloid-Z. 66 (1934), 273-6.
- 41) Lipetz, Marie & Marie Rimskaja: Kolloid-Z. 68 (1934), 82-9.
- 42) Luyken, W. & E. Bierbrauer: Met. u. Erz, 26 (1929), 197-202.
- 43) Luyken, W. & E. Bierbrauer: Mitt. Kaiser-Wilh.-Inst. Eisenforsch. Düsseldorf, 11 (1929), 37-52.
- 44) Mack, G. L.: J. Phys. Chem. 40 (1936), 159-67.

及び十位数は環状分銅により、一位数は望遠鏡に依り指針の静止位置を読み取り求めるものであるが、板に作用する液の浮力を零又は一定とする必要上常に指針を零點に戻し秤量する爲電磁調節装置を附加した。

電磁調節装置は柴田、福島兩教授<sup>148)</sup>の夫を参考とし製作した。Fig. 2 に示す如くコイルは直径 20 mm., 長さ 71 mm. のエボナイト製中空圓筒に直径 0.46 mm. の綿卷銅線を 1 重に付き 67 回の割合に 5 重に捲いたもので、心は直径 4 mm., 長さ 40 mm. のアームコ鐵製円筒とし、その下端が恰度コイルの中心に位する様釣下げる。鐵心は眞鍮製釣手共重量 4.18 g. である。コイルに通ずる電流は電壓 2 v., 容量 24 amp.-hr. の蓄電池<sup>149)</sup> から大小 3 個の摺動抵抗器<sup>150)</sup>、精密電流計<sup>151)</sup> 及び小型スイッチを経て供給する。Wheatstone 橋<sup>152~157)</sup>により測定した抵抗器の抵抗は夫々 556 ohms (B 型), 73 ohms (E 型) 及び 11 ohms であつて、電流計<sup>158)</sup>の夫は 7.8 ohms (18°C) である。電流計は感度大に過ぎる爲、Strouhal 及び Barus の方法に依る目盛抵抗線補正用の抵抗片<sup>159~162)</sup>に類似の分流器を製作使用した。但しマンガニン或はコンスタンタン入手困難の爲抵抗の温度係数大なる缺點あるも、己むを得ず手持の洋銀線<sup>163, 164)</sup>を使用した。洋銀線は直径 0.55 mm., 長さ 60 cm. であつて、直径約 8 mm. のコイルとし、兩端に直径 1.23 mm., 長さ 8 cm. の銅線を鑢付けし、外径 16 cm., 長さ 6 cm. の硝子管内にコルク栓に依り封入した。その抵抗は 18°C に於て 0.704 ohm である。

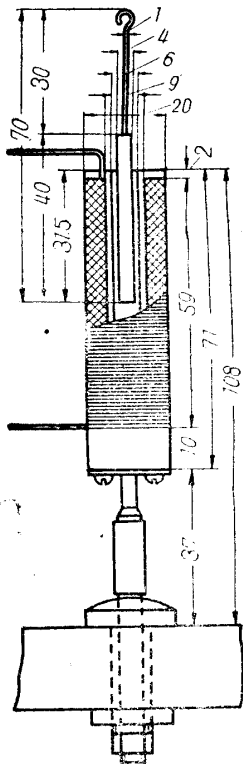


Fig. 2 Electro-Magnetic Regulator.

Fig. 3 は電磁調節装置を附加した天秤の略圖であつて、左右兩方の秤皿及び皿押へを取除き、小型の秤皿を掛け、向つて左側の皿の下に細い銅線の鎖を釣し、皿押への孔を通じて天秤箱の床下に出し、其の先に測定板を懸垂する。右側の皿の下には鐵心を釣し、皿押への孔に電磁調節用コイルの支持棒を固定し、天秤の桿を押へに依り支持した場合、鐵心下端がコイルの中心より 1.5 mm. 上部に位する高さとした。

電流計の指針の振れ  $\varphi$  と天秤に懸る重量  $w$  mg. との関係は Table 1 に示す如く

$$w = 0.258,6 \varphi^{1.945} \dots\dots\dots (3)$$

- 45) Mack, G. L. & D. A. Lee : J. Phys. Chem. 40 (1936), 169-76.
- 46) Martin, Hubert : J. Pomology Hort. Sci. 18 (1940), 34-51 ; C. A. 34 (1940), 4855.
- 47) Mirilis, D. I. : C. R. (Doklady) Acad. Sci. URSS (N. S.), 14 (1937), 549-52, C. (1937), II, 1962 ; 15 (1937), 463-67, C. (1938), I, 553 ; 16 (1937), 273-80, C. (1938), I, 1950.
- 48) Mirilis, D. & P. Rehbinder : C. R. (Doklady) Acad. Sci. URSS, (1936), IV, 123-8, C. (1937), I, 4752.
- 49) 岡田丈五郎 : 日本學術振興會, 浮游選鑛共同研究昭和 13 年度中間報告, (1939), 28-40.
- 50) 岡田丈五郎 : 日鑛, 57 (1941), 260-8.
- 51) 岡田丈五郎 : 日鑛, 59 (1943), 95-129.
- 52) 岡田丈五郎 : 日本學術振興會學術部, 浮游選鑛第 13 特別委員會研究報告, No. 2 (1943), 33-55.
- 53) 岡田丈五郎, 大塚明郎 : 日本學術振興會學術部, 浮游選鑛第 13 特別委員會研究報告, No. 1 (1941), 107-21.
- 54) O'Kane, W. C., W. A. Westgate, L. C. Glover & P. R. Lowry : New Hampshire Agr. Expt. Sta., Tech. Bull. 39 (1930), 1-44 ; C. A. 24 (1930), 3853.
- 55) Patek, J. M. : Trans. Am. Inst. Mining Met. Engrs. 112, Milling Methods 1934 (1935), 486-508.
- 56) Plaksin, I. N. & M. A. Kozhukhova : Ann. secteur platine, Inst. chim. gén. (U. S. S. R.), No. 15 (1938), 101-11, C. A. 33 (1939), 2040, C. (1939), I, 2144.
- 57) Pockels, Agnes : Physik. Z. 15 (1914), 39-46 ; 39a), 41b).
- 58) Quincke, G. von : Wied. Ann. 2 (1877), 145-94.
- 59) Rehbinder, P., M. Lipetz & M. Rimskaja : Kolloid-Z. 66 (1934), 212-9.
- 60) Roskam, J. & V. Lasareff : Comst. rend. soc. biol. 132 (1939), 481 ; C. A. 34 (1940), 3284.

なる式に依り表はされる。但し室温 23.8°C である。又指針の振れと電流  $I$  ma. との間には

$$I = \frac{7.8 + 0.704}{0.704} \varphi = 12.08 \varphi \dots\dots\dots (4)$$

なる関係がある<sup>153, 165, 166</sup>。但し電流計の抵抗 7.8 ohms, 分流器の抵抗 0.704 ohm, 室温 18°C である。

Table 1 Calibration of the Electro-Magnetic Balancing Equipment.

Deflection of Pointer of Millimeter, $\varphi$	Weight (mg.)		
	Measured, $w$	Calculated, $w_c$	Residual, $\Delta$
1.98	1	0.977	0.023
2.82	2	1.94	0.06
3.59	3	3.11	-0.11
4.13	4	4.08	-0.08
4.58	5	4.99	0.01
5.09	6	6.13	-0.13
5.41	7	6.90	0.10
5.82	8	7.95	0.05
6.21	9	9.02	-0.02
6.54	10	9.98	0.02
Average			0.06
$w = 0.258,6 \varphi^{1.945}$ (23.8°C)			

#### 4. 硝子表面の清浄法

固体の表面を清浄にする事は甚だ困難であり、又果して物質本来の表面が存在し得るや否やに就ても少なからぬ疑問があるが<sup>18b)</sup>、此の問題は暫く措き、今硝子表面の清浄法に就き考察するに、硝子は固体の中では比較的的清浄し易いものであり、其の表面の状態は定性的に粉末試験<sup>37a, 57a, 167, 168</sup>、呼気模様<sup>57b, 58, 169</sup>等、定量的には浸潤度、摩擦係数<sup>37a, 170, 171</sup>、光反射<sup>58, 172~177</sup>、電気伝導度<sup>58</sup>、界面動電圧<sup>178</sup>、Na triphenylmethyl エーテル溶液の變色<sup>179</sup>等

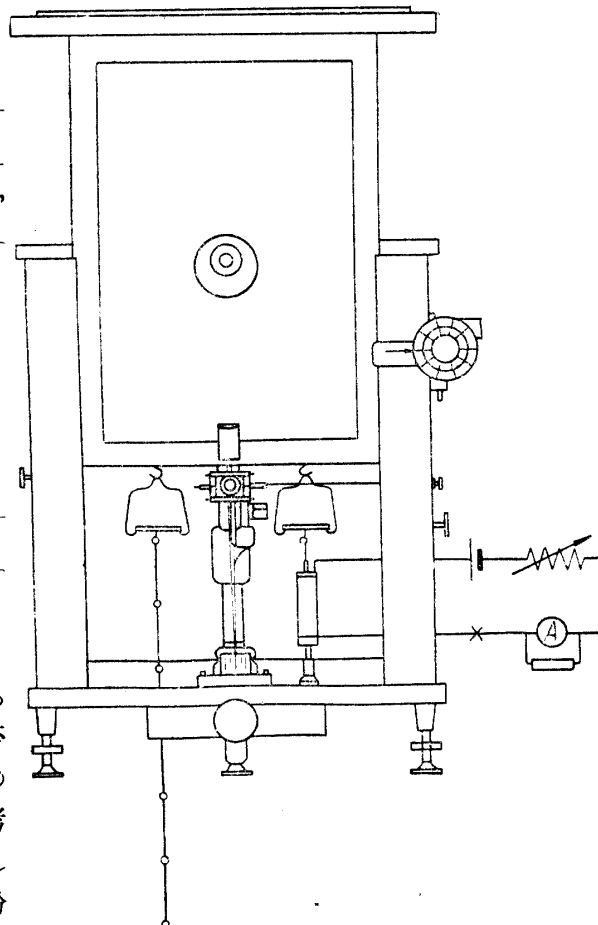


Fig. 3 Balance with Electro-Magnetic Regulator.

- 61) Schranz, H.: Metall u. Erz, 11 (1914), 455-62.
- 62) Solov'eva, L. R.: Colloid J. (U. S. S. R.), 5 (1939), 907-23, 925-32; C. A. 34 (1940), 4323.
- 63) Sulman, H. L.: Trans. Inst. Mining Met. 29 (1919), 44-204.
- 64) Sulman, H. L.: Bull. Inst. Mining Met. 182 (1919), 21-95; C. A. 14 (1920), 264.
- 65) 鈴木廉三九: 岩石, 2 (1929), 63-70.
- 66) Talmud, D. & N. M. Lubman: Z. phys. Chem. 148 (1930), 227-32.
- 67) Thiessen, P. A. & Elfriede Schoon: Z. Elektrochem. 46 (1940), 170-81.
- 68) Upholt, W. M. & W. A. Hoskins: J. Econ. Entomol. 33 (1940), 102-7; C. A. 34 (1940), 3872.
- 69) Valentiner, S.: Physik. Z. 15 (1914), 425.
- 70) Voet, Andr. & L. F. van Elteren: Rec. trav. chim. 56 (1937), 923-6.
- 71) Volkova, Z. V.: J. Phys. Chem. (U. S. S. R.), 13 (1939), 224-39; C. A. 34 (1940), 302.
- 72) Weustenfeld, A.: Dissertation, Freiberg (1920).
- 73) Zubaschenko, E. A.: Nauch. Raboty Studentov Voronezh. Gosudarst. Univ. Part 1 (1939), 79-87; C. A. 34 (1940), 7160.
- 74) Frumkin, A., A. Gorodetskaja, B. Kabanow & N. Nekrassow: Physik. Z. Sowjetunion, 1 (1932), 255-84; C. A. 26 (1932), 4996; C. (1932), II, 3372.
- 75) Gaudin, A. M. & V. C. Vincent: Am. Inst. Mining Met. Engrs., Tech. Pub. No. 1242, 1-2 (Mining Tech., Nov., 1940).
- 76) Gorodetskaja, A. & B. Kabanow: Physik. Z. Sowjetunion, 5 (1934), 418-31; C. (1934), I, 3184; C. A. 28 (1934), 4286.

に依り推測せられ、又電子廻折法<sup>18c)</sup>の應用も考へられて居る。

硝子表面の浸潤度は其の清浄度に依り影響を蒙ること極めて大であり、清浄な硝子の純水に對する接觸角は零であると認められて居るにも拘らず、實際には相當大なる値を報告して居る文献が少くない。故に浸潤度の測定に當つては、先づ清浄法を充分吟味する必要がある。

硝子の清浄法は機械的摩擦或は高温に熱する乾式法、酸或はアルカリに依り處理する濕式法及び之等を併用する方法に大別出来るが、其の細部に於ては研究者により相當の相違がある。即ち乾式法には目の細い亞麻布で摩擦し<sup>57, 58)</sup>、アルコールランプ<sup>57)</sup>、ブンゼン燈<sup>37)</sup>、其他の炎<sup>13b)</sup>に依り、或は 200°<sup>122)</sup>、400°<sup>33)</sup>、450°C<sup>110)</sup>等の温度に短時間加熱し、又は炎或は白金抵抗コイル中に於て加熱軟化せしめて引伸した毛細管或は脹らました球を其儘使用する<sup>58, 110, 118, 186)</sup>等の方法があり、濕式法に於ては洗滌剤として、水は一般に水道水或は蒸溜水、時として沸騰水<sup>33)</sup>、水蒸氣<sup>110, 141)</sup>等が用ひられ、酸は普通クロム酸硫酸混液<sup>18, 33, 37, 122, 139, 141, 171, 183)</sup>であり、溫溶液として或は煮沸して使用する事が多く、硫酸<sup>108, 182, 184)</sup>、硝酸<sup>110, 180, 185)</sup>或は硫酸に少量の硝酸を混じて<sup>182)</sup>用ひる事もある、アルカリは苛性カリ或は苛性ソーダ水溶液<sup>139)</sup>、或は之に過マンガン酸カリを添加せるもの<sup>181)</sup>、又は苛性ソーダアルコール溶液<sup>181)</sup>等である。有機溶剤としてはアルコール<sup>58, 171, 180, 184, 185)</sup>、エーテル<sup>180)</sup>等が用ひられる。尚流水、石鹼<sup>18, 57, 141, 171, 183)</sup>、或は精製白堊<sup>57)</sup>を用ひ清潔な指先で、又はアルコール中で綿<sup>171)</sup>に依り、摩擦洗滌する事もある。濕式にて洗滌した硝子面は檢液で濯いだ儘<sup>139)</sup>乾燥器<sup>18, 141, 171, 183)</sup>中で、或は加熱<sup>33, 37, 57, 110, 122)</sup>して乾燥し、又は下端に水滴を残す程度に半ば乾燥<sup>141)</sup>した状態で使用する。

上記の清浄法の考察及び豫備試験の結果によると、乾式法よりも濕式法特にアルカリを使用する方法が有効である。硝子清浄剤としてアルカリの有効な事は Vasiček の研究<sup>177)</sup>に依つても窺はれる處である。即ち偏光分光計による測定の結果、室温(20°C)に於て4時間 1N 硫酸溶液を作用せしめたクラウン又はフリント硝子面には表面膜が存在するが、1N 苛性ソーダ溶液で同様に處理した場合には表面膜が存在しない事が認められた。

清浄な表面は既に知られて居るように<sup>19b, 33, 37, 57, 58, 108, 110, 118, 171, 134, 186)</sup>、放置する事に依り比較的速に汚染せられるものであるから、直に測定に供する必要がある。又濕式で清浄した表面は乾

- 77) Kabanow, B. & N. Iwanischtschenko: Bull. Acad. Sci. URSS. Sér. chim. (1936), 755-71; C. (1939), II, 2804; C. A. 32 (1938), 4855 (1938).
- 78) Mokruschin, S. G. & N. W. Demenew: J. physik. Chem. (russ.), 6 (1935), 1066-70, 1269-76, 7 (1936), 444-50; C. (1936), II, 1867, (1937), I, 4477; C. A. 30 (1936), 7415, 7956, 31 (1937), 18.
- 79) Möller, H. G.: Ann. Physik, 25 (1908), 725-44.
- 80) Powney, J. & H. F. Frost: J. Textile Inst. 28 (1937), T 237-54; C. A. 31 (1937), 8936; C. (1938), I, 466-8.
- 81) Rehbinders, P., M. Lipetz & M. Rimskaja: Kolloid-Z. 66 (1934), 40-50.
- 82) Sutherland, K. L.: Am. Inst. Mining Met. Engrs., Tech. Pub. No. 1098, (Mining Tech., Sept., 1939), 1-11.
- 83) Taggart, A. F., T. C. Taylor & C. R. Ince: Am. Inst. Mining Met. Engrs., Tech. Pub. No. 204 (1929), 1-75.
- 84) Vincent, K. C.: Thesis, Montana School of Mines, (1939).
- 85) Wark, E. E. & I. W. Wark: J. Phys. Chem. 37 (1933), 805-14, 39 (1935), 1021-30, 40 (1936), 799-810.
- 86) Wark, I. W.: J. Phys. Chem. 40 (1936), 661-8; Proc. Australasian Inst. Mining Met. No. 90 (1933), 83-123.
- 87) Wark, I. W. & A. B. Cox: Am. Inst. Mining Met. Engrs., Tech. Pub., No. 495 (1933), 1-24, No. 574 (1934), 1-38 (Trans. 112 (1935), 245-66, 267-302); No. 659 (1936), 1-20, No. 732 (1936), 1-11, No. 876 (1938), 1-12 (Trans. 134 (1939), 7-25, 26-40, 41-52); J. Phys. Chem. 39 (1935), 551-9.
- 88) Wark, I. W. & K. L. Sutherland: Am. Inst. Mining Met. Engrs., Tech. Pub. No. 1007 (1939), 1-12 (Trans. 134 (1939), 53-64); No. 1130 (Mining Tech., Nov., 1939), 1-23.
- 89) Dallwitz-Wegner, Richard v.: Kolloid-Z. 38 (1926), 193-208; Z. tech. Phys. 5 (1924), 378-84.
- 90) Herbst, H.: Chem.-Ztg. 53 (1929), 344-5.

燥すれば浸潤度を減少し易く、其の原因は乾燥自身にあるか、乾燥中に於ける外部からの汚染、或は内部の割目に存在する汚染物質の滲出<sup>19b)</sup>にあるか未だ確定されるに到つて居ないが、蒸溜水又は検液で濯いだ儘乾燥せずに使用するのが無難である。

仍つて本実験では清浄作用の弱い重クロム酸-硫酸混液の代りにエチルアルコール 1 l. に對し苛性ソーダ約 30 g. を加へた清浄液を用意し、白金クリップで支持した測定板を乾燥精秤した後清浄液中に數分間浸し、蒸溜水でよく洗滌し、再蒸溜水で數回濯ぎ、手早く水を切り、下端に水の附着した儘天秤に懸垂し測定した。尙測定液容器及び遠心ポンプも同様に洗滌した。

### 5. 硝子の浸潤度

第1報<sup>1)</sup>に記載した方法に依り、最初アルカリ性過マンガン酸カリ溶液、次に稀硫酸溶液から蒸溜精製した蒸溜水に對し、前節の方法により清浄したクリスタル硝子板の浸潤度を測定し、Table 2 に示す値を得た。但し表中  $M'$  は測定板、クリップ、鎖其他を含む質量、 $W'$  は  $M'$  及び液面の牽引力を釣合はすに要する質量、 $\gamma$  は Internat. Critical Tables<sup>187)</sup> から算出した當該

Table 2 Wetting Tension of Crystal Glass in Pure Water.

Date	Room Temp. (°C)	Temp. of Water (°C)	Flow of Water (cc./sec.)	Weight $W'$ (g.)	Weight $M'$ (g.)	Wetting Tension $B$ (dyne/cm.)	Surface Tension $H$ (dyne/cm.)	$\cos \theta$
19 Oct., 1,944	17.8	24.8	3.26	0.461,5	0.108,0	71.93	72.00	0.999 <sub>0</sub>
8 Nov., 1,944	12.8	25.0	3.25	0.460,8	0.107,0	72.00	71.97	1.000 <sub>4</sub>
Average								1.000

$$B = \gamma \cos \theta = g(W' - M')/2(l + d). \quad g = 980.1 \text{ cm./sec}^2, \quad l = 2.394,5 \text{ cm.}, \quad d = 0.135 \text{ cm.}$$

温度に於ける純水の表面張力の値である。浸潤度測定値は 71.93 dynes/cm. (24.8°C) 及び 72.00 dynes/cm. (25.0°C) であり、當該温度に於ける純水の表面張力値を用ひ、接觸角の余弦を算出すれば夫々 0.999<sub>0</sub> 及び 1.000<sub>4</sub> で、測定誤差を考慮すれば平均 1.000、即ち接觸角  $\theta = 0^\circ$  と見做し得る。

- 91) 古屋一雄：機械論，4 (1938)，36-41，41-6.
- 92) 黒澤武雄：工化，46 (1943)，547-8.
- 93) Coghill, W. H. & C. O. Anderson: J. Phys. Chem. 22 (1918), 237-55.
- 94) Lampert, H.: Kolloid-Z. 60 (1932), 3-13.
- 95) Richards, T. W. & E. K. Carver: J. Am. Chem. Soc. 43 (1921), 827-47.
- 96) Schultze, Karl: Kolloid-Z. 62 (1933), 294-305.
- 97) Ablett, R.: Phil. Mag. 46 (1923), 244-56.
- 98) Adam, N. K. & Gilbert Jessop: J. Chem. Soc. 127 (1925), 1863-8.
- 99) Bosanquet, C. H. & Harold Hartley: Phil. Mag. 42 (1921), 456-62.
- 100) English, L. L.: Illinois State Nat. Hist. Survey, Bull., No. 17 (1928), Art. 5.
- 101) Green, E. L.: J. Phys. Chem. 33 (1929), 921-35.
- 102) Harkins, Wm. D. & F. M. Fowkes: J. Am. Chem. Soc. 60 (1938): 1511-2.
- 103) Huntington, A. K.: Trans. Faraday Soc. 1 (1905), 345-61.
- 104) Nietz, A. H.: J. Phys. Chem. 32 (1928), 255-69.
- 105) Scarlett, A. J., W. L. Morgan & J. H. Hildebrand: J. Phys. Chem. 31 (1927), 1566-71.
- 106) Stellwaag, F.: Z. angew. Entomol. 10 (1924), 163-76; C. (1924), II, 231.
- 107) Wenzel, R. N.: Ind. Eng. Chem. 28 (1936), 988-94.
- 108) Sentis, M. H.: J. de phys. (3), 6 (1897), 183-7.
- 109) Fürth, R.: Sitzb. Akad. Wiss. Wien, 126 (1917), 329-45.
- 110) Bartell, F. E., J. L. Culbertson & M. A. Miller: J. Phys. Chem. 40 (1936), 881-8.
- 111) Bartell, F. E. & M. A. Miller: J. Phys. Chem. 40 (1936), 889-94, 895-904.
- 112) Foote, James E.: Paper Trade J. 109 (1939), No. 14, 40-8; C. A. 33 (1939), 9636.
- 113) Anderson, A. & J. E. Bowen: Phil. Mag. 31 (1916), 143-8.
- 114) Bate, A. E.: Phil. Mag. 28 (1939), 252-5.
- 115) Bartell, F. E. & E. J. Merrill: J. Phys. Chem. 36 (1932), 1178-90.
- 116) Carter, E. G. & D. C. Jones: Trans. Faraday Soc. 30 (1934), 1027-38.



今從來の文献を見ると Table 3 から明かな様に、純水に対する硝子の接觸角は相當廣い範圍の値を示して居るが、上記實驗の結果から、充分注意して清淨した硝子面は清淨直後濕潤状態で測定すれば、 $0^\circ$  の接觸角を示す事を確認し得た。而して硝子面が純水に對し  $0^\circ$  より大なる接觸角を示す原因としては、(1) 表面の清淨不充分、(2) 清淨後時間の経過による汚染、(3) 表面の乾燥、(4) 乾燥面に對する前進接觸角の測定、(5) 表面の歪、(6) 接觸點に充分接近せざる液面の測定、(7) 液の蒸發等を考へる事が出来る。

- 117) Porter, Alfred: Phil. Mag. 17 (1934), 511-7.
- 118) Quincke, G. v.: Wied. Ann. 52 (1894), 1-22.
- 119) Bartell, F. E. & A. D. Wooley: J. Am. Chem. Soc. 55 (1933), 3518-27.
- 120) Shereshefsky, J. L.: Nature, 122 (1928), 312.
- 121) Bangham, D. H. & R. I. Razouk: Trans. Faraday Soc. 33 (1937), 1463-71.
- 122) Haller, Walther: Kolloid-Z. 54 (1931), 7-13.
- 123) Bartell, F. E. & O. H. Greager: Ind. Eng. Chem. 21 (1929), 1248-51.
- 124) Bartell, F. E. & H. Y. Jennings: J. Phys. Chem. 38 (1934), 495-501.
- 125) Bartell, F. E. & F. L. Miller: Ind. Eng. Chem. 20 (1928), 738-42; 24 (1932), 335-8.
- 126) Bartell, F. E. & H. J. Osterhof: Ind. Eng. Chem. 19 (1927), 1277-80.
- 127) Bartell, F. E. & H. J. Osterhof: Z. physik. Chem. 130 (1927), 715-23; Colloid Symposium Monograph, 4 (1926), 234-45, 5 (1927), 113-34; J. Phys. Chem. 37 (1933), 543-52.
- 128) Bartell, F. E. & C. N. Smith: Ind. Eng. Chem. 21 (1929), 1102-6.
- 129) Bartell, F. E. & C. W. Walton: J. Phys. Chem. 38 (1934), 503-11.
- 130) Bartell, F. E. & C. E. Whitney: J. Phys. Chem. 36 (1932), 3115-26.
- 131) Davis, N. S. & H. A. Curtis: Ind. Eng. Chem. 24 (1932), 1137-40.
- 132) Dewitt, C. C.: Ind. Eng. Chem., Anal. Ed. 2 (1930), 424-5.
- 133) Osterhof, H. J. & F. E. Bartell: J. Phys. Chem. 34 (1930), 1399-411.
- 134) Barsky, G. & S. A. Falconer: Trans. Am. Electrochem. Soc. 60 (1931), 343-53.
- 135) Bakker, G.: Kapillarität und Oberflächenspannung. (W. Wien & F. Harms, Handbuch der Experimentalphysik, 6) Leipzig (1928), 152; 147a).
- 136) 鮫島實三郎: 膠質學. 2版. 東京 (1938), 17.
- 137) 玉虫文一: 表面張力 (化學實驗學, I, 4). 東京 (1940), 32.
- 138) Frumkin, A.: Z. phys. Chem. 116 (1925), 466-84.
- 139) Harkins, W. D. & T. F. Anderson: I. Am. Chem. Soc. 59 (1937), 2189-97.
- 140) Knipp, C. T.: Phys. Rev. 11 (1900), 129-54.
- 141) 佐々木恒孝: 日化, 62 (1941), 796-801.
- 142) Wilhelmy, L.: Pogg. Ann. 119 (1863), 177-217.
- 143) 竹内英二, 佐々木恒孝: 日化, 63 (1942), 372-6.
- 144) 不二越鋼材工業株式會社製 "Nachi" AA, 測定範圍 0~25 mm., 精度 0.01 mm.
- 145) 特別の場合の他空氣孔は全閉として使用した.
- 146) 島津製作所製特許 D 號 NR 型.
- 147) 角田輝海: 島津化學機械目錄, No. 200. 5版. 京都 (1941), 22.
- 148) 柴田善一, 福島政治: 金屬研究, 4 (1927), 108-12.
- 149) 日本蓄電池株式會社製 JQG-2 型.
- 150) 之等の中 2 個は島津製作所製特許萬能摺動加減抵抗器 B 及び E 型.
- 151) 日本電氣計器株式會社製 NEIC, MP-1 型, 目盛 10 ma./100, 稱呼抵抗 8.25 ohms.
- 152) 島津製作所製 PO 型, 測定範圍 0.01~1,111,000 ohms, 檢流計  $I^2=6.6 \times 10^{-5}$  amp. 濱住松二郎教授並に齋藤恒三教授の御好意による.
- 153) Graetz, L.: Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus. II. Bd. Leipzig (1921), 225-45, 269-71a).
- 154) 眞島正市, 谷 安正, 木谷要一, 岡島慶三郎, 矢島祐利: 應用物理學實驗, 東京 (1934), 226-32.
- 155) 中村清二: 物理實驗法 (岩波全書, 23). 東京 (1934), 205-7.
- 156) 大久保準三: 實驗測定法及實驗機械 (岩波講座 物理學, I. C.). 東京, 203-9.
- 157) 清水與七郎: 電氣磁氣測定法並測定器具. 中卷, 5. 版. 東京 (1925), 494-516.
- 158) 篠田軍治: 物理實驗指導書. 東京 (1944), 43-5.
- 159) Drucker, C.: Ostwald-Luther Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physikochemischer Messungen. 5. Aufl. Leipzig (1931), 514.
- 160) Fi-day, Alexander: Practical physical chemistry. 6th ed. London (1935), 158.
- 161) 武井 武: 實驗電氣化學. 上卷. 東京 (1939), 65.
- 162) 山口與平, 完戸俊助: 電氣傳導度測定法 (化學實驗學, I, 2, 395-470). 東京 (1941), 433.

Table 3 Literatures on Contact Angles of Glass against Water.

Method	Contact Angle	Remarks
	Quincke (1870) <sup>188)</sup>	
Bubble method	25°32'	Plate glass
Capillary-height method	28°48'	Newly stretched tube
	Quincke (1877) <sup>58)</sup>	
Drop method	4°40'	Fairly clean plate glass, 2 min. after cleaning
	3°20'–5°34'	Drop falling rapidly in the former and slowly in the latter on the plate glass
	5°54'–25°15'	Plate glass cleaned by alcohol, water and clean linen
	3°16'–37°4'	Plate glass immediately after cleaning in the former; black glass, 1.5 hr. after cleaning in the latter
	Quincke (1877) <sup>189)</sup>	
Bubble method	29°3'	—
	Volkman (1882) <sup>184)</sup>	
Capillary-height method	0°	Clean capillary tube in contact with liquid for a while; the wettability is injured after 20 min., in such a case cleaned with hot sulphuric acid and washed with water and immersed in alcohol
	Magie (1885) <sup>190)</sup>	
Capillary-meniscus method	0°	The measured capillary constant compared with the value obtained by Quincke in the capillary-height method
	Quincke (1894) <sup>118)</sup>	
Capillary-meniscus method	3°19'–9°2'	Jena glass capillary tube after cleaning, 16.9°C in the former; English flint glass tube, 2 months after cleaning, 17.2°C in the latter
	≅0°	Newly stretched tube
	Quincke (1897) <sup>186)</sup>	
Capillary-meniscus method	0°	Tube stretched in a blast lamp
	≥5°	Ditto standing for a while
	Sentis (1897) <sup>108)</sup>	
Inclined-trough method	0°	Trough treated with a small quantity of sulphuric acid, rinsed with distilled water and immersed in it
	>0°	Ditto dried on standing
	Gallenkamp (1902) <sup>180)</sup>	
Horizontal-disk method	0°	Disk treated with nitric acid, ether, alcohol and pure water and immersed in the latter
	Pockels (1914) <sup>57)</sup>	
Drop method	Adv. Rec.	
	22°–27° —	Window glass cleaned by soap and purified chalk and wiped with dry linen; water taken from purified surface
	0°–4° 0°	Ditto ignited
	24°–33° 10°–19°	Cover glass heated for about 4 sec. in alcohol lamp
	0°–2° 0°	Ditto ignited
	<1° —	Ditto, 1/2 min. after ignition
	<1° —	Ditto, 10 min. after ignition
	3°–4° —	Ditto, 3 hr. after ignition
	3.5°–5° —	Ditto, 24 hr. after ignition
	Anderson and Bowen (1916) <sup>113)</sup>	
Capillary-meniscus method	0°	
	Bosanquet and Hartley (1921) <sup>99)</sup>	
Inclined-trough method	0°	Pure water is filled in the trough over the base area and left 10 min. and the observation is made after the upper part of water has drained
	Richards and Carver (1921) <sup>95)</sup>	
Plate method	0°	Perfectly clean plate glass; water twice distilled directly into the vessel; vessel saturated with water vapour
	>0°	Ditto; evaporation of the water surface taking place
Rod method	Very small	Rod surrounded by moist air
	Haller (1931) <sup>122)</sup>	
Displacement of capillary column	46°4'	Capillary cleaned with chromic and sulphuric acid mixture, dried at about 200°C, and measured at about 20°C; contact angle calculated from $B=50.5$ dynes/cm. assuming that $H=72.8$ dynes/cm
		Ditto in wet state; $B>72.8$ dynes/cm.

Table 3 Literatures on Contact Angles of Glass against Water. -Continued.

Method	Contact Angle	Remarks
Schultze (1933) <sup>96)</sup>		
Plate method	8°34'	0.4 mm. thick plate
	9°14'	0.6 mm. thick plate
	7°9'	1.0 mm. thick plate
	6°58'	1.3 mm. thick plate
	5°23'	1.6 mm. thick plate
	4°7'	2.0 mm. thick plate
	≅0°	Measured within 0.01 mm. from the plate
Goto (1934) <sup>33)</sup>		
Drop method	16.1°-22.1°	Soft glass plate for photograph cleaned with chromic and sulphuric acid, boiled with water, immediately measured at 18°C
	12.8°-25.9°	Ditto measured at 18.5°C
	0°	Ditto heated for 30 min. at about 400°C
	10°-20°	Pyrex glass plate boiled with water or heated at 400°C
Bartell, Culbertson and Miller (1936) <sup>110)</sup>		
Rod method	0°	Pyrex glass rod, 1-3 mm. dia., treated with nitric acid, washed with a quantity of water, treated with steam, heated at 450°C for 3 hrs. in air and cooled slowly afterwards
	small	Ditto cooled rapidly
	>30°	Pyrex glass rod, 3 mm. dia., heated in a blast lamp or in a platinum resistance furnace and stretched down to 1 mm. in diameter, measured at the conical portion which is observed by a polarimeter to be remarkably strained
	≅80°	Pyrex glass sphere, few mm. dia., newly fused, cooled rapidly, showing remarkable strain
	0°	Ditto carefully annealed and removed of strain
Drop method	0°	Hollow Pyrex glass sphere newly blown, of no strain
	0°	Pyrex glass sphere
	≅10°	Ditto compressed
	15°-20°	Plane carefully annealed and showing zero contact angle is left in air
Lasareff and Roskam (1939) <sup>39)</sup>		
Drop method	<15°	-

- 163) 洋銀 (Cu 60, Zn 25, Ni 14%) の 20°C に於ける比抵抗は  $0.30 \times 10^4$ , 温度係数は 0.0004 である.
- 164) Roth, Walther & Karl Scheel: Landolt-Börnstein physikalisch-chemische Tabellen. 5. Aufl. II. Bd. Berlin (1923), 1083.
- 165) Kohlrausch, Friedrich: Lehrbuch der praktischen Physik. 17. Aufl. Leipzig (1930). 514-5.
- 166) 清水與七郎: 電氣磁氣測定法並測定器具. 上巻, 5. 版. 東京 (1925), 384-91.
- 167) Devaux, M. H.: J. de phys. 2. (1912), 699-719.
- 168) Pockels, Agnes: Nature, 43 (1891), 437-9; Ann. d. Phys. (4), 8 (1902), 854-71.
- 169) Duvernoy, M.: Compt. rend. 9 (1839), 249-67.
- 170) Rayleigh, Lord: Phil. Mag. 35 (1918), 157-63.
- 171) 土橋正二: 窯協, 50 (1942), 448-50.
- 172) Adams, A. S.: Phys. Rev. 34 (1929), 1438-9.
- 173) Frazer, J. H.: Phys. Rev. 33 (1929), 97-104.
- 174) Rayleigh, Lord: Proc. Roy. Soc. (London) A, 160 (1937), 507-26.
- 175) Sissingh, R.: Physica 5 (1925), 77-83; C. A. 19 (1925), 2290.
- 176) 土橋正二: 物理化學, 15 (1941), 109-117.
- 177) Vašiček, Antonin: Kolloid-Z. 86 (1939), 288-95.
- 178) Kanamaru, K., T. Takada & K. Maeda: Z. phys. Chem. A, 182 (1938), 278-84.
- 179) Bent, H. E. & G. J. Lesnick: J. Am. Chem. Soc. 57 (1935), 1246-50.
- 180) Gallenkamp, W.: Ann. Phys. (4), 9 (1902), 475-94 (1902).
- 181) Kolthoff, I. M. & E. B. Sandell: Textbook of quantitative inorganic analysis. New York (1936), 495.
- 182) Quincke, G. v.: Pogg. Ann. 113 (1861), 513-98.
- 183) Sameshima, J., M. Kidokoro & H. Akamatsu: Bull. Chem. Soc. Japan, 11 (1936), 659-66.
- 184) Volkmann, P.: Wied. Ann. 17 (1882), 353-90.
- 185) Volkmann, P.: Wied. Ann. 53 (1894), 633-63.

## 6. 総 括

純粋な礦物表面の浸潤度研究の一助として、比較的清浄し易い硝子の浸潤度及び其の測定法に就き考察した。

(1) 固體浸潤度に関する多數の測定法を比較検討せる結果、懸垂板に依る浸潤張力測定装置を考案した。

(2) 硝子表面の清浄法を考察せる結果、苛性ソーダ-エチルアルコール溶液に浸漬した後蒸留水で洗滌する方法が簡單且有効である事を認めた。

(3) 純水に対するクリスタル硝子の浸潤張力は温度  $24.9^{\circ}\text{C}$  に於て  $71.97 \text{ dynes/cm.}$ 、即ち接觸角は  $0^{\circ}$  である。

(4) 硝子面が純水に對し  $0^{\circ}$  より大なる接觸角を示す原因としては、表面の清浄不充分、時間の経過による汚染、表面の乾燥、乾燥面に對する前進接觸角の測定、表面の歪、接觸點に充分接近しない液面の測定、及び液の蒸發等を考へる事が出来る。

本研究は主として昭和 18 年度文部省科學研究費に依り行つたもので、選鑛製鍊研究所前所長濱住松二郎博士は絶えざる指導と激勵を賜り、化學工學科教室西澤恭助教授は多大の御援助を賜つた。齋藤恒三教授は實驗裝置を貸與せられ、鈴木恵子嬢は熱心に實驗に助力せられた。又化學工學科教室並に理學部物理學教室に於て文献調査上多大の御便宜を賜つた。茲に謹んで深謝の意を表する。

186) Quincke, G. v.: Wied. Ann. 61 (1897), 267-80.

187) National Research Council of the U. S. A.: International critical tables of numerical data, physics, chemistry and technology. 3 (1928), 233.

188) Quincke, G. v.: Pogg. Ann. 139 (1870), 1-89.

189) Quincke, G. v.: Pogg. Ann. 160 (1877), 337-74.

190) Magie, W. F.: Wied. Ann. 25 (1885), 421-37.